



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 14 311 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
G 01 B 3/02
G 01 B 5/02

②1 Aktenzeichen: 199 14 311.0
②2 Anmeldetag: 29. 3. 1999
④3 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 14 311 A 1

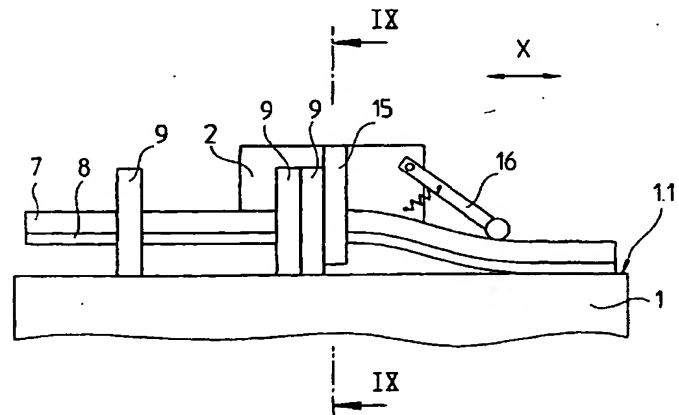
⑦1 Anmelder:
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut,
DE

⑦2 Erfinder:
Nelle, Günther, Dr.-Ing., 83346 Bergen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Anbringen eines Maßstabes

⑤7 Ein relativ eigenstabiler Maßstabträger (7) soll mit einer Klebefolie (8) an einer Anbaufläche (1.1) ausgerichtet befestigt werden. Hierzu wird der Maßstabträger (7) zuerst mittels Abstandhalter (9) in Abstand auf die Anbaufläche (1.1) gelegt und in diesem Zustand parallel zur Soll-Meßrichtung (X) ausgerichtet. Nach erfolgter Ausrichtung werden die Abstandhalter (9) entfernt, und der Maßstabträger (7) fällt ausgerichtet mit seiner mit der Klebefolie (8) versehenen Unterseite (7.1) auf die Anbaufläche (1.1) (Figur 8).



DE 199 14 311 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anbringen eines Maßstabes oder Maßstabträgers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine dazu ausgebildete Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Zur Positionsmessung an Werkzeugmaschinen oder Koordinatenmeßmaschinen werden oft sehr lange Maßstäbe benötigt. Diese Maßstäbe müssen parallel zur Meßrichtung ausgerichtet befestigt werden, wobei die Meßrichtung durch die Führung der Werkzeug- oder Meßmaschine vorgegeben ist.

Es wurden schon verschiedene Maßnahmen zum Anbringen von Maßstäben vorgeschlagen. Gemäß der EP 0 388 453 B1 wird ein selbstklebender Bandmaßstab mittels eines Applikators zum Führungsablauf eines Schlittens einer Werkzeug- oder Meßmaschine ausgerichtet aufgeklebt. Diese Art der Befestigung liefert eine gute Zuordnung des Maßbandes zum Abtastkopf, sie ist jedoch nur für hochelastische Maßstäbe in Bandform einsetzbar.

In der DE 197 00 367 A1 ist eine Maßnahme beschrieben, nach der zur Ausrichtung eines Maßbandes seitliche Anlegeelemente entlang der Maßbandlänge befestigt werden, gegen die das Maßband angelegt wird.

Eine ebenfalls weit verbreitete Befestigungsart für dünne Maßbänder besteht darin, daß das Maßband in seiner Längserstreckung in eine Nut aufgenommen wird. Diese ist in der Firmenschrift "NC Längenmeßsysteme" der Firma Dr. Johannes Heidenhain GmbH vom September 1998, Seiten 58 und 59 beschrieben. Dabei werden Aufnahmeprofile aus stranggepreßtem Aluminium mit einem doppelseitig klebenden Klebeband an einer Befestigungsfläche befestigt und danach das Maßband in die Aufnahme des Profils eingeschoben. Auch hier besteht das Problem, das Aufnahmeprofil exakt parallel zur Meßrichtung verlaufend auszurichten.

Bei der klebenden Befestigung eines Maßstabes oder eines Maßstabträgers besteht generell das Problem, daß die Haltekraft des Klebstoffes so groß ist, daß eine Ausrichtung nach dem in Kontakt bringen der zu verbindenden Flächen nicht mehr möglich ist. Die bisher bekannten Maßnahmen zum Ausrichten eignen sich besonders für flexible Maßbänder. Relativ eigenstabile Maßstäbe sowie Maßstabträger – insbesondere Aufnahmeprofile – können mit den bekannten Maßnahmen nur schwer ausgerichtet befestigt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit dem/der auch relativ eigenstabile Maßstäbe oder Maßbandträger auf einfache Weise ausgerichtet an einem Körper aufgeklebt werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 sowie des Anspruchs 6 gelöst.

Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Koordinatenmeßmaschine mit einem ausgerichteten Maßstabträger in Längsansicht,

Fig. 2 die Anordnung gemäß **Fig. 1** im Querschnitt II-II,

Fig. 3 einen Montagezustand des Maßstabträgers in Längsansicht,

Fig. 4 einen vergrößert dargestellten Querschnitt IV-IV aus **Fig. 3**,

Fig. 5 eine erste Möglichkeit zur Ausrichtung des Maßstabträgers,

Fig. 6 eine zweite Möglichkeit zur Ausrichtung des Maßstabträgers,

Fig. 7 eine dritte Möglichkeit zur Ausrichtung des Maß-

stabträgers,

Fig. 8 einen Montagezustand des Maßstabträgers in Längsansicht und

Fig. 9 den Maßstabträger gemäß **Fig. 8** vergrößert im Querschnitt IX-IX.

In den **Fig. 1** und **2** ist eine Koordinatenmeßmaschine mit einem Maschinenbett **1** und einem Schlitten **2** dargestellt. Der Schlitten **2** ist in Längsrichtung **X** entlang einer Linearführung **3** verschiebbar. Zur Erfassung der Position des Schlittens **2** relativ zum Bett **1** wird eine Längenmeßeinrichtung, bestehend aus einem Maßstab **4** und einem Abtastkopf **5** verwendet. Im dargestellten Beispiel ist der Maßstab **4** ein Metallband, das in einer Nut **6** eines Maßstabträgers **7** formschlüssig befestigt ist. Der Maßstabträger **7** ist auf seiner Unterseite **7.1** mit einer doppelseitig klebenden Klebefolie **8** versehen. Die Klebefolie **8** mit den Klebeschichten **8.1** und **8.2** ist in **Fig. 4** vergrößert dargestellt.

Damit bei der Bewegung des Schlittens **2** relativ zum Bett **1** der Abtastkopf **5** kontinuierlich die Teilung **4.1** des Maßstabes **4** berührungslos abtasten kann, muß der Maßstabträger **7** parallel zur Verfahrrichtung **X** des Abtastkopfes **5** und somit des Schlittens **2** ausgerichtet befestigt sein. Diese Ausrichtung kann nur in einem Zustand erfolgen, bei dem die Haltekraft des Klebstoffes **8.2** zwischen dem Maßstabträger **7** und der Anbaufläche **1.1** des Bettes **1** noch nicht wirksam ist, also der Klebstoff **8.2** mit dieser Fläche **1.1** noch keinen Kontakt hat. Um in diesem Zustand den Maßstabträger **7** trotzdem einfach ausrichten zu können, wird dieser mittels Abstandhalter **9** auf die Anbaufläche **1.1** aufgelegt. Die Abstandhalter **9** haben die Funktion, den Maßstabträger **7** parallel in Abstand zur Anbaufläche **1.1** zu halten um ihn auf der Anbaufläche **1.1** leicht definiert verschieben und somit ausrichten zu können.

In den **Fig. 3** und **4** ist ein erster Montagezustand des Maßstabträgers **7** dargestellt. Der relativ eigenstabile Maßstabträger **7** wird an mehreren in Meßrichtung **X** voneinander beabstandeten Stellen durch die Abstandhalter **9** in Abstand zur Anbaufläche **1.1** gehalten. Die Klebeschicht **8.2** der am Maßstabträger **7** aufgebrachten Klebefolie **8** berührt an keiner Stelle die Anbaufläche **1.1**. Die Abstandhalter **9** sind nämlich so gestaltet, daß sie den Maßstabträger **7** seitlich umgreifen, so daß er quer zur Meßrichtung **X** spielfrei und in geringem Abstand zur Anbaufläche **1.1** gehalten wird. Über die Gesamtlänge des Maßstabträgers **7** werden die Abstandhalter **9** so verteilt, daß die Durchbiegung zwischen zwei Abstandhaltern **9** so gering bleibt, daß die Klebeschicht **8.2** die Anbaufläche **1.1** nicht berührt.

Um den Maßstabträger **7** in einem Abstand zur Anbaufläche **1.1** zu halten, kann der Abstandhalter **9** den Maßstabträger **7** nur klemmend halten oder, wie in **Fig. 4** dargestellt, kann alternativ oder zusätzlich eine Auflage **10** am Abstandhalter **9** vorgesehen sein, auf der der Maßstabträger **7** mit einem von Klebstoff freien Bereich seiner Unterseite **7.1** aufliegt. Der in **Fig. 4** dargestellte Abstandhalter **9** ist H-förmig ausgebildet. Die Innenflächen der beiden Schenkel bilden eine Passung zur spielfreien Halterung der Seitenflächen des Maßstabträgers **7**. Bei besonders fangen Maßstabträgern **7** ist es vorteilhaft, wenn zumindest einer der Schenkel des Abstandhalters **9** quer zur Meßrichtung **X** federnd schwenkbar ausgebildet ist. Gemäß **Fig. 4** ist der rechte Schenkel über ein Gelenk **9.1** schwenkbar, so daß dieser Schenkel des Abstandhalters **9** zur einfachen Aufnahme des Maßstabträgers **7** aufgespreizt werden kann.

Damit der Maßstabträger **7** mit den Abstandhaltern **9** einfach parallel zur Verfahrrichtung **X** des Abtastkopfes **5** ausgerichtet werden kann, können folgende Maßnahmen hilfreich sein:

Gemäß **Fig. 5** wird an den Maschinenschlitten **2** – bevorzugt

anstelle des Abtastkopfes 5 – oder an den Abtastkopf 5 selbst ein Markierungsstift 11 oder eine Reißnadel so angebracht, daß die Spitze die richtige Randlege des Maßstabträgers 7 oder der Abstandhalter 9 kennzeichnet. Durch Bewegen des Maschinenschlittens 2 entlang der Führung 3 wird eine zur Meßrichtung X parallele Linie 12 an der Anbaufläche 1.1 markiert. An dieser Linie 12 wird der Maßstabträger 7 oder werden die Abstandhalter 9 mit dem daran gehaltenen Maßstabträger 7 ausgerichtet und nach Entfernen der Abstandhalter 9 festgeklebt. Das Entfernen der Abstandhalter 9 geschieht vorteilhaft durch Verschieben dieser zum Ende des Maßstabträgers 7 hin. Dabei wird der Maßstabträger 7 hinter den verschobenen und somit entfernten Abstandhaltern 9 durch die Gewichtskraft, durch mechanisches Andrücken oder durch Magnetkraft an die Anbaufläche 1.1 gedrängt, so daß die Haltekraft des Klebstoffes 8.2 zur Wirkung kommt.

Gemäß Fig. 6 wird an den Maschinenschlitten 2 – bevorzugt anstelle des Abtastkopfes 5 – oder an den Abtastkopf 5 selbst ein Anschlagstück 13 befestigt, das die korrekte Lage der Seitenfläche des Maßstabträgers 7 senkrecht zur Meßrichtung X festlegt. Der Schlitten 2 wird mit dem Anschlagstück 13 entlang des Maßstabträgers 7 in Meßrichtung X bewegt und der Maßstabträger 7 oder die Abstandhalter 9 an das Anschlagstück 13 angeschlagen. Der Maßstabträger 7 kann dabei partiell zuerst an einer Stelle ausgerichtet werden und an dieser Stelle der Abstandhalter 9 entfernt sowie der Maßstabträger 7 mit seiner Klebeschicht 8.2 auch partiell bereits an die Anbaufläche 1.1 gedrückt werden. In diesem Zustand ist der Maßstabträger 7 noch um diese bereits geklebte Stelle schwenkbar, so daß die Ausrichtung und Verklebung in gleicher Weise an einer davon in Meßrichtung X beabstandeten Stelle einfach nach Verschieben des Anschlagstückes 13 erfolgen kann.

Gemäß Fig. 7 wird an der Anbaufläche 1.1 zuerst eine Leiste 14 als Anschlag befestigt. Der Maßstabträger 7 oder die Abstandhalter 9 werden an dieser Leiste 14 angeschlagen. Durch Verschieben der Abstandhalter 9 gegenüber dem Maßstabträger 7 in Meßrichtung X entlang der Leiste 14 wird der Maßstabträger 7 ausgerichtet und durch die Schwerkraft, Andrückkraft oder Magnetkraft wird der Maßstabträger 7 an den nicht mehr unterstützten Bereichen mit der Anbaufläche 1.1 im ausgerichteten Zustand in Kontakt kommen und daran festgeklebt. Die Leiste 14 kann auch durch voneinander beabstandete Anschlagelemente ersetzt werden. Die Leiste 14 bzw. die Anschlagelemente können auch nach dem in der DE 197 00 367 A1 beschriebenen Verfahren aufgebracht werden, wobei die Anschlagelemente dann vorzugsweise auf die Anbaufläche 1.1 aufgeklebte Bänder sind.

Gemäß Fig. 8 und 9 wird an den Maschinenschlitten 2 – bevorzugt anstelle des Abtastkopfes – oder an den Abtastkopf 5 selbst ein Justierelement 15 befestigt, das den Maßstabträger 7 spielfrei an den Seitenkanten umgreift. Der Maßstabträger 7 wird mittels der Abstandhalter 9 auf die Anbaufläche 1.1 aufgelegt, das gabelförmige Justierelement 15 an einer Stelle mit dem Maßstabträger 7 in Eingriff gebracht und durch Verschieben des Schlittens 2 gegenüber dem Maßstabträger 7 werden mit dem Justierelement 15 die Abstandhalter 9 kontinuierlich in Meßrichtung X verschoben und der Maßstabträger 7 fällt hinter dem Justierelement 15 ausgerichtet auf die Anbaufläche 1.1 oder wird an die Anbaufläche 1.1 gedrückt. Hierzu kann am Schlitten 2 ein Andrückelement 16 befestigt sein, das beispielsweise den Maßstabträger 7 mit seiner Klebefläche 8.2 angefedert an die Anbaufläche 1.1 drängt. In den Abstandhaltern 9 sowie dem Justierelement 15 wird der Maßstabträger 7 seitlich spielfrei geführt ausgerichtet.

Die Abstandhalter 9 können Magnete 17 enthalten, um auf magnetischen Montageflächen 1.1 verschiebbar zu halten (Fig. 4), oder sie können Anschlußmöglichkeiten für Vakuumschläuche enthalten, um mittels Vakuum an der Montagefläche 1.1 verschiebbar zu halten. Durch diese Möglichkeiten kann der Maßstabträger 7 auch an senkrechten Anbauflächen oder hängend ausgerichtet werden.

Weiterhin kann der Maßstabträger 7 auch magnetisch oder über Vakuum an den Abstandhaltern 9 gehalten werden, wobei dann im ausgerichteten Zustand die Magnetkraft bzw. das Vakuum gezielt verringert wird, um die Kopplung von Abstandhalter 9 und Maßstabträger 7 aufzuheben und den Maßstabträger 7 mit der Anbaufläche 1.1 in Kontakt zu bringen und somit aufzukleben.

Der Maßstab 4 kann bereits während der Ausrichtung am Maßstabträger 7 befestigt sein, oder erst nach dem Aufkleben in die Nut 6 des Maßstabträgers 7 eingeschoben werden.

Die beschriebenen Maßnahmen können auch zum Ausrichten und Montieren eines Maßstabes 4 selbst Verwendung finden. Der Maßstab 4 kann dabei ein Stahlband, ein Stahlstreifen oder eine Glaslamelle sein.

Die Klebefolie 8 kann alternativ oder zusätzlich auf der Anbaufläche 1.1 vorgesehen sein. Anstelle der Klebefolie 8 kann auch eine andere Klebeschicht durchgehend oder unterbrochen vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum gerichteten Anbringen eines Maßstabes (4) oder Maßstabträgers (7) eines Längenmeßsystems an eine Anbaufläche (1.1) eines ersten Körpers (1), zu dem ein zweiter Körper (2) relativ dazu in Meßrichtung (X) bewegbar angeordnet ist, wobei die Anbringung durch Klebung mittels eines Klebstoffes (8.2) erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß

– der Maßstab (4) oder Maßstabträger (7) über zumindest einen Abstandhalter (9) in Abstand zur Anbaufläche (1.1) unterstützt gehalten wird und in dieser Position durch Verschieben des Abstandhalters (9) auf der Anbaufläche (1.1) ausgerichtet wird, und daß

– die Unterstützung nach erfolgter Ausrichtung aufgehoben wird und der Maßstab (4) oder Maßstabträger (7) in Richtung der Anbaufläche (1.1) bewegt wird, um die Haltekraft des Klebstoffes (8.2) zwischen dem ausgerichteten Maßstab (4) und der Anbaufläche (1.1) oder dem ausgerichteten Maßstabträger (1.1) und der Anbaufläche (1.1) zur Wirkung zu bringen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am zweiten Körper (2) ein Mittel (11) befestigt wird, mit dem eine Markierung (12, 13) parallel zur Meßrichtung (X) auf der Anbaufläche (1.1) aufgebracht wird, wobei der Maßstab (4) oder Maßstabträger (7) an dieser Markierung (12, 13) ausgerichtet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am zweiten Körper (2) ein Anschlag (13, 14) befestigt wird, der zumindest eine Anschlagfläche aufweist, und daß der Maßstab (4), der Maßstabträger (7) oder der Abstandhalter (9) an dieser Anschlagfläche zum Ausrichten angelegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (14) eine spielfreie Führung bildet, die den Maßstab (4) oder den Maßstabträger (7) quer zur Meßrichtung (X) geführt ausrichtet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (14) relativ zum Maßstab (4) oder Maßstabträger (7) in Meßrichtung (X) bewegt

wird, und daß der Anschlag (14) während dieser Bewegung den zumindest einen Abstandhalter (9) relativ zum Maßstab (4) oder Maßstabträger (7) in Meßrichtung (X) verschiebt und somit die Unterstützung aufhebt.

5

6. Vorrichtung zum Anbringen eines Maßstabes (4) oder Maßstabträgers (7) eines Längenmeßsystems an eine Anbaufläche (1.1) eines ersten Körpers (1), zu dem ein zweiter Körper (2) relativ dazu in Meßrichtung (X) bewegbar angeordnet ist, wobei zwischen dem Maßstab (4) und der Anbaufläche (1.1) oder zwischen dem Maßstabträger (7) und der Anbaufläche (1.1) eine Klebeschicht (8.2) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß

10

zumindest ein Abstandhalter (9) den Maßstab (4) oder den Maßstabträger (7) in Abstand und zum Ausrichten verschiebbar an der Anbaufläche (1.1) unterstützend hält, und daß

15

der zumindest eine Abstandhalter (9) betätigbar ist, um die Unterstützung aufzuheben und die Haltekraft der Klebeschicht (8.2) zwischen dem Maßstab (4) und der Anbaufläche (1.1) oder dem Maßstabträger (7) und der Anbaufläche (1.1) zur Wirkung zu bringen.

20

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Klebeschicht (8.2) als Klebefolie (8) auf der Unterseite (7.1) des Maßstabes (4) oder Maßstabträgers (7) aufgebracht ist.

25

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandhalter (9) eine Auflagefläche (10) aufweist, und daß der Maßstab (4) oder der Maßstabträger (7) an dieser Auflagefläche (10) in Abstand parallel zur Anbaufläche (1.1) gehalten ist.

30

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandhalter (9) den Maßstab (4) oder den Maßstabträger (7) an den Längsseiten umgreift und eine spielfreie Parallelführung in Meßrichtung (X) verlaufend bildet.

35

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandhalter (9) über Magnetkraft an der Anbaufläche (1.1) gehalten ist.

40

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

FIG. 1

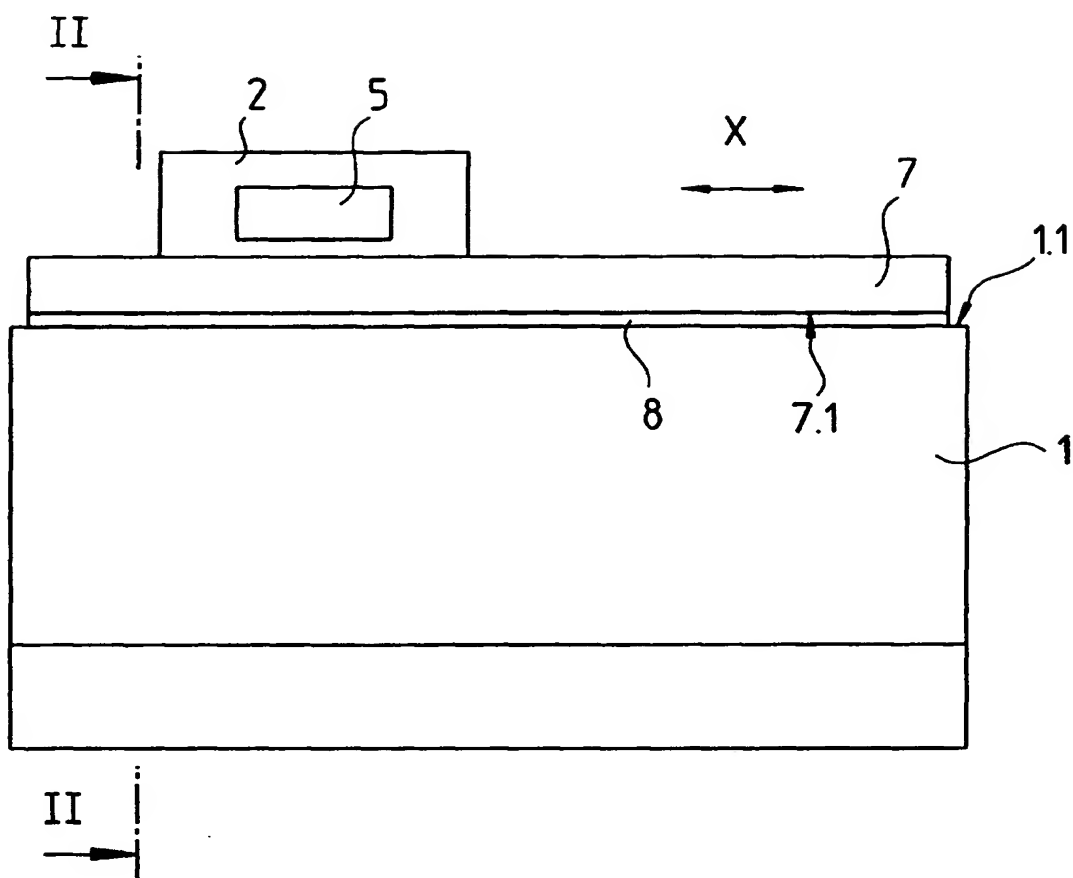


FIG. 2

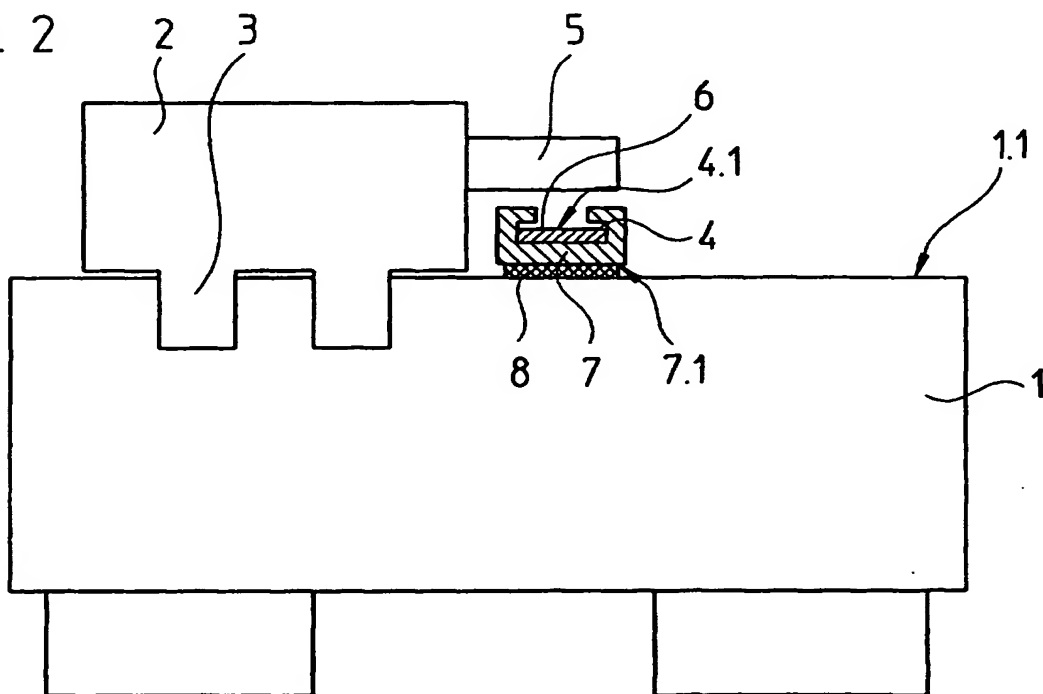


FIG. 3

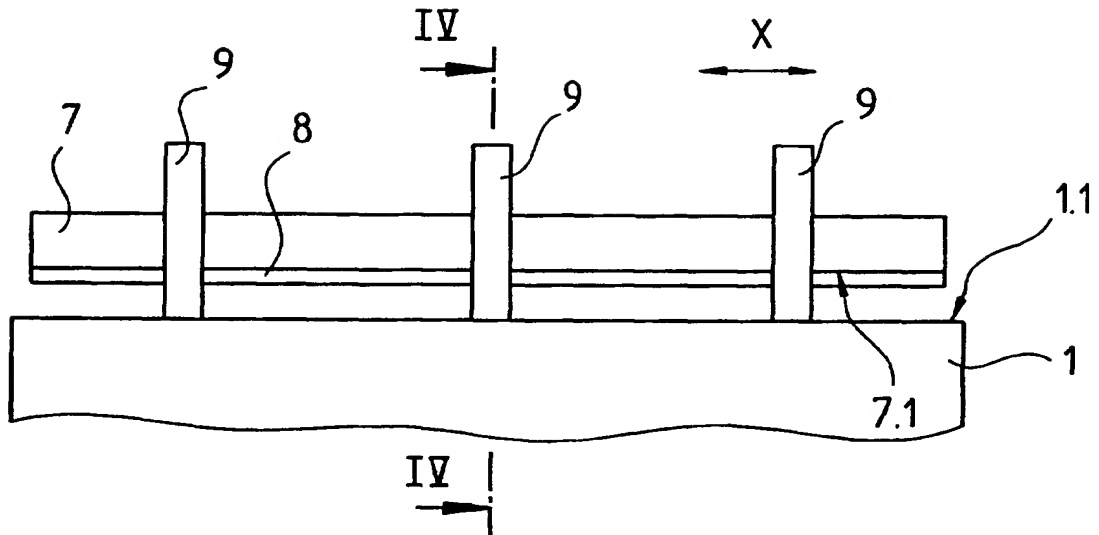


FIG. 4

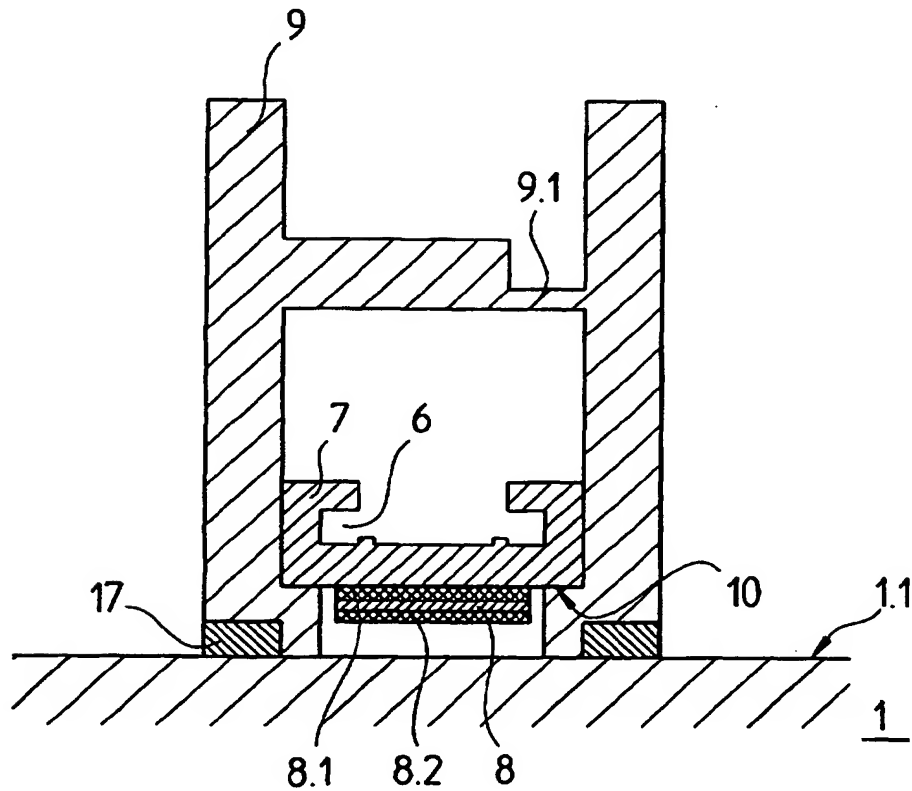


FIG. 5

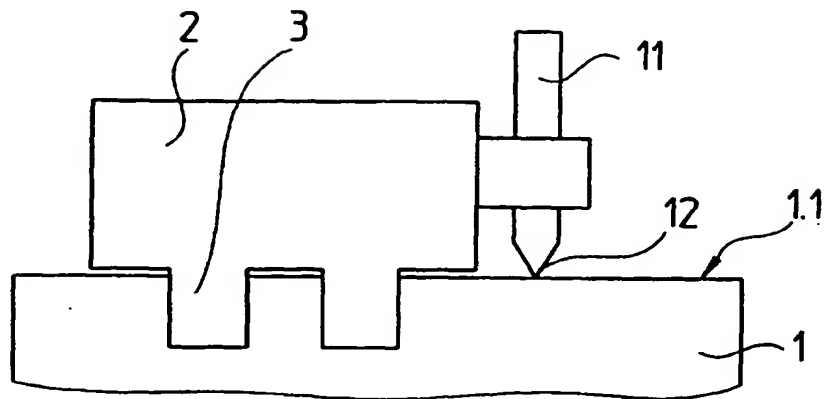


FIG. 6

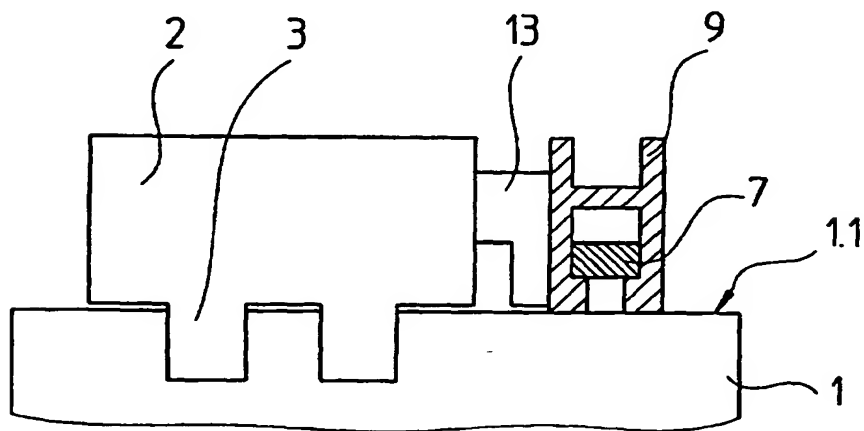


FIG. 7

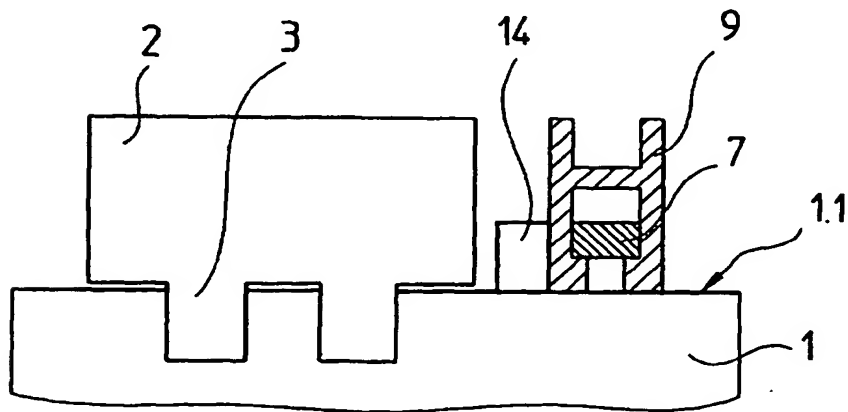


FIG. 8

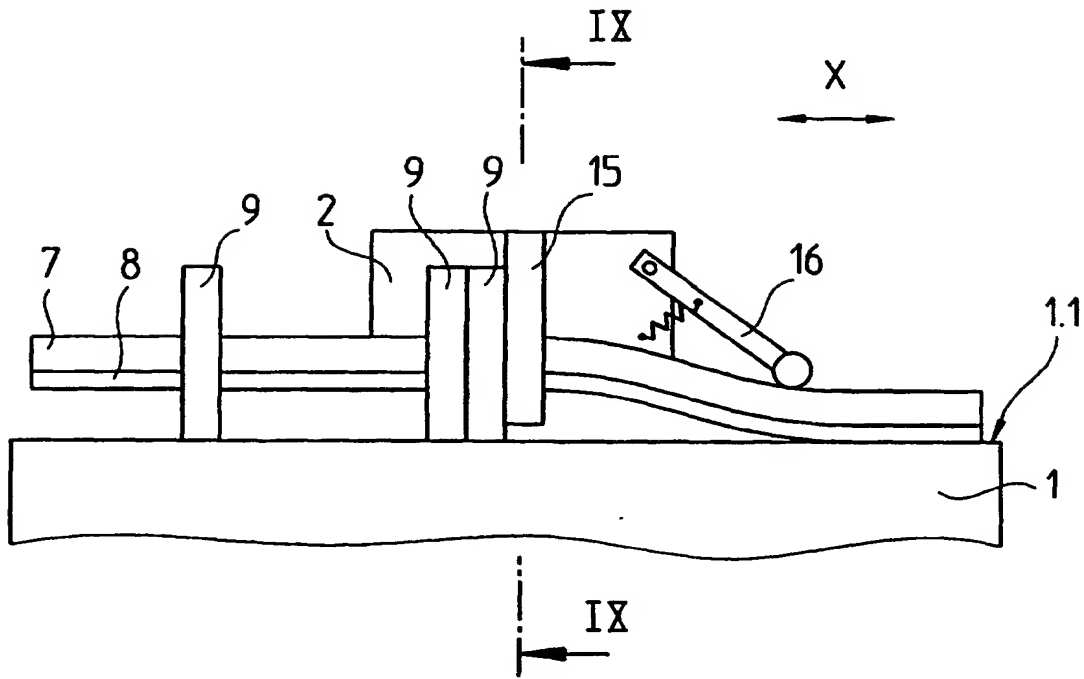
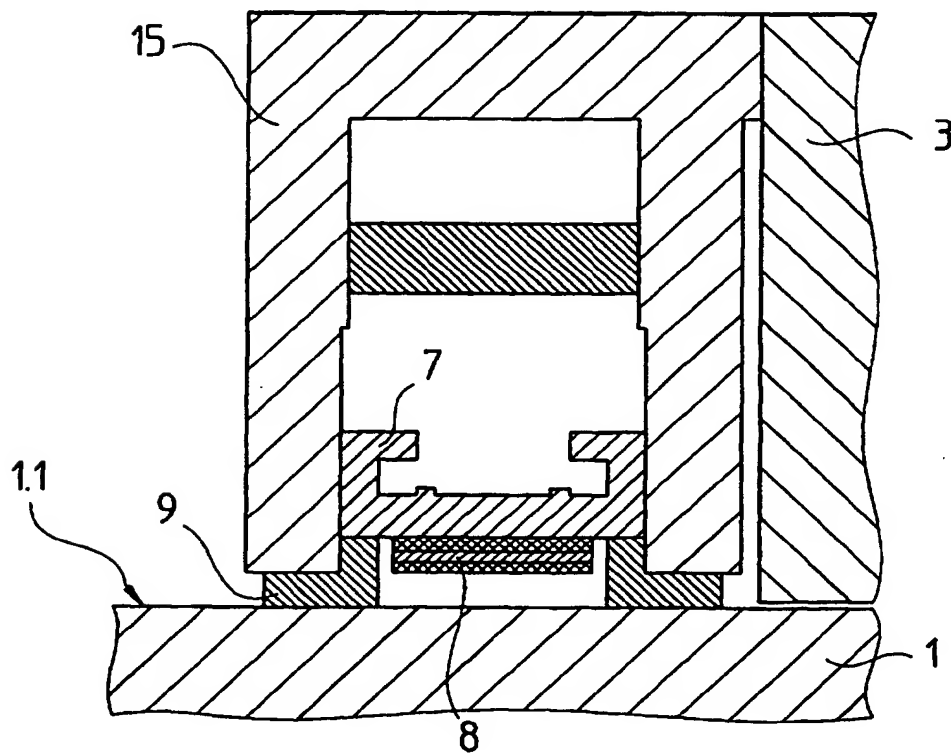


FIG. 9



4/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013525082 **Image available**

WPI Acc No: 2001-009288/200102

XRPX Acc No: N01-006982

Applying aligned scale of length measuring machine to mounting surface
of

body by supporting via spacer, aligning and withdrawing support to
allow

holding force of adhesive to act

Patent Assignee: HEIDENHAIN GMBH JOHANNES (HEIJ)

Inventor: NELLE G

Number of Countries: 027 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 1041363	A2	20001004	EP 2000105635	A	20000316	200102 B
DE 19914311	A1	20001005	DE 1014311	A	19990329	200102
JP 2000292101	A	20001020	JP 200089457	A	20000328	200103
US 6349481	B1	20020226	US 2000537625	A	20000329	200220

Priority Applications (No Type Date): DE 1014311 A 19990329

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 1041363	A2	G	9	G01D-005/347	
------------	----	---	---	--------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE
IT

LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

DE 19914311	A1			G01B-003/02	
-------------	----	--	--	-------------	--

JP 2000292101	A		6	G01B-003/02	
---------------	---	--	---	-------------	--

US 6349481	B1			G01B-021/16	
------------	----	--	--	-------------	--

Abstract (Basic): EP 1041363 A2

NOVELTY - The method involves supporting the scale or a scale
carrier (7) via at least one spacer (9), at a distance from the
mounting surface (1.1), and aligning it in this position by
displacing

the spacer on the mounting surface. The support is then withdrawn
and

the scale or scale carrier is moved in the direction of the
mounting

surface, to activate the holding force of adhesive (8) between the
aligned scale or scale carrier and the mounting surface.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for an
apparatus for applying a scale or scale carrier to a mounting
surface.

USE - For position measurement in machine tools or coordinate
measuring machines.

ADVANTAGE - Even inherently stable measuring scales or
measuring

tape carriers can be aligned and stuck to a body.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a longitudinal
section through a mounted a scale carrier.

Mounting surface (1.1)

Scale carrier (7)

Adhesive film (8)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Spacer (9)

pp; 9 DwgNo 8/9

Title Terms: APPLY; ALIGN; SCALE; LENGTH; MEASURE; MACHINE; MOUNT;
SURFACE;

BODY; SUPPORT; SPACE; ALIGN; WITHDRAW; SUPPORT; ALLOW; HOLD; FORCE;
ADHESIVE; ACT

Derwent Class: S02

International Patent Class (Main): G01B-003/02; G01B-021/16; G01D-
005/347

International Patent Class (Additional): G01B-005/00; G01B-005/02;
G01B-021/02

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A06A; S02-A06C

?

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)